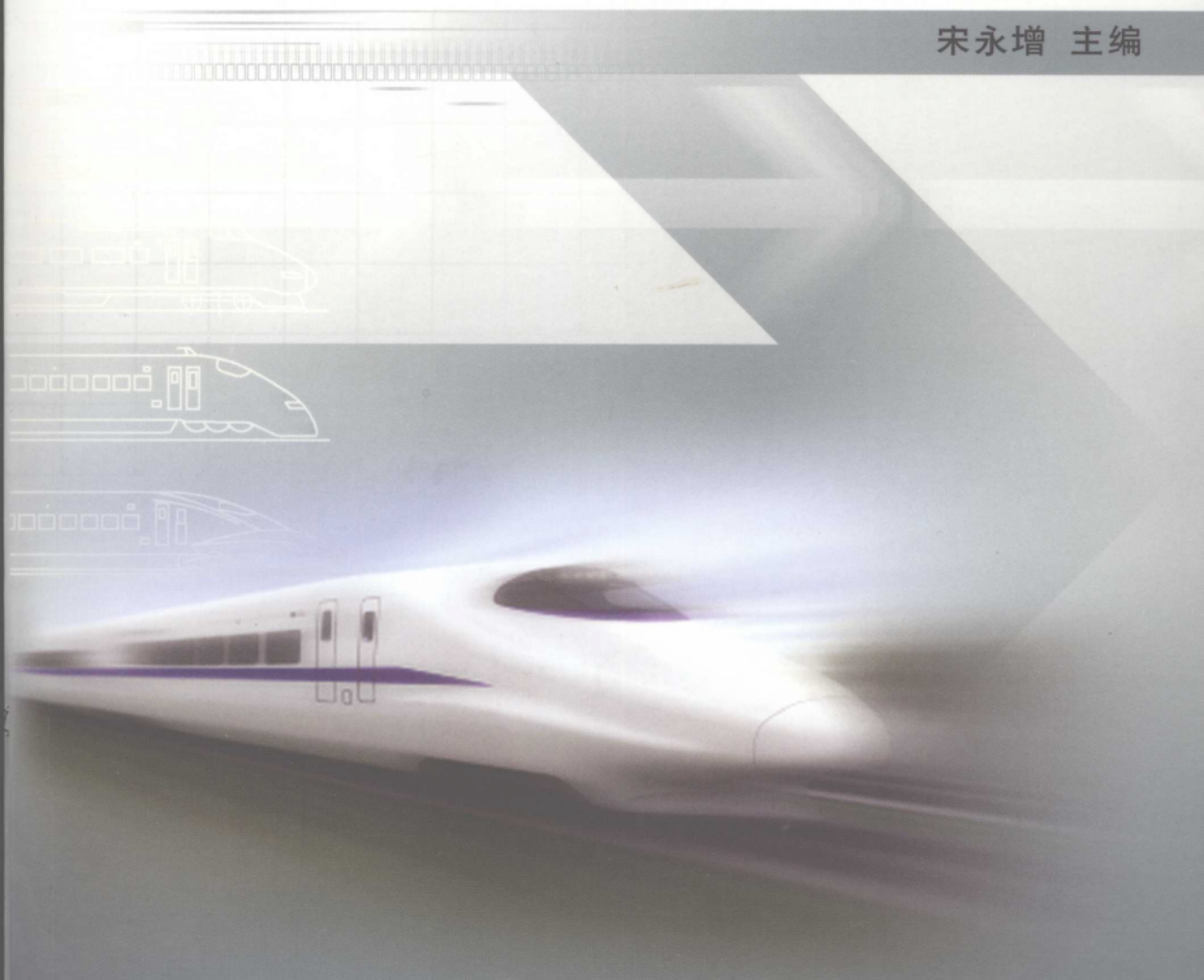




普通高等教育动车组系列规划教材

动车组制造工艺

宋永增 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

责任编辑 金 锋
封面设计 冯龙彬

01011010101010101

DONGCHEZU ZHIZAO GONGYI

0101

普通高等教育动车组系列规划教材

- 动车组设计
- 动车组工程
- 动车组装备
- 动车组传动与控制
- 动车组牵引与制动
- 动车组制造工艺
- 动车组运用与维修
- 车辆系统动力学
- 有限元方法及软件应用



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

地址：北京市宣武区右安门西街8号

邮编：100054

网址：<http://www.tdpress.com>

ISBN 978-7-113-08293-2



9 787113 082932 >

ISBN 978-7-113-08293-2/U · 2109

定 价：31.00 元

普通高等教育动车组系列规划教材

动车组制造工艺

宋永增 主编

张励忠 主审

中国铁道出版社

2007年·北京

内 容 简 介

本书是普通高等教育动车组系列规划教材之一, 主要介绍动车组转向架和车体的制造工艺。

本教材共分五章。第一章介绍动车组转向架机械加工, 重点突出动车组转向架典型零件的机械加工及典型加工设备; 第二章介绍动车组转向架组装, 重点介绍轮对组装、轴箱组装和典型转向架组装; 第三章介绍动车组车体零部件的冲压加工, 介绍动车组车体零件的冲压工序; 第四章介绍动车组车体装配焊接工艺, 重点介绍不锈钢和铝合金车体焊接工艺; 第五章介绍动车组制造, 重点介绍动车组各工艺部件的装配-焊接工艺和车体总装工艺流程等。

本书是高等学校机车车辆专业本科生的教材, 也可供相关专业的技术人员作为参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

动车组制造工艺/宋永增主编. —北京: 中国铁道出版社, 2007. 9

(普通高等教育动车组系列规划教材)

ISBN 978-7-113-08293-2

I. 动… II. 宋… III. 动车—车辆制造—高等学校—教材 IV. U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 144582 号

书 名: 动车组制造工艺

作 者: 宋永增 主编

责任编辑: 金 锋 电话: 010-51873134 电子信箱: jinfeng88428@163.com

封面设计: 冯龙彬

责任校对: 张玉华

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社

地 址: 北京市宣武区右安门西街 8 号

邮政编码: 100054

网 址: www.tdpress.com

电子信箱: 发行部 ywk@tdpress.com

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

总编办 zbb@tdpress.com

版 次: 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 16.25 字数: 307 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-08293-2/U·2109

定 价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部调换。

电话: 市电 (010) 63549495 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504 路电 (021) 73187

前 言

铁路运输作为我国中长距离、大运量、快捷、安全、低耗、环保的运输形式，已成为交通运输体系的重要组成部分，在国民经济中占有非常重要的地位。尤其是铁路客运，每年要承担数以亿计的旅客运输，旅行高峰期更是达到日均数百万人的运量，使本来繁忙的铁路旅客运输不堪重负，运能不足的矛盾已非常突出，铁路旅客运输现状已成为制约国民经济快速发展的瓶颈。

自1964年日本首次成功开行高速动车组以来，世界各国争相规划和建设高速铁路。如今，法国、德国、瑞典、意大利、西班牙、英国、韩国已成功开行了高速列车，为经济发展做出了贡献。2007年4月，随着我国铁路实施第六次大提速，我国研制的高速动车组也正式投入运营，铁路客运速度已经达到200 km/h，今后的客运速度还将进一步提高，这标志着我国已经进入高速铁路国家的行列。

高速铁路涉及很多高新技术问题，作为铁路运输装备的高速动车组就是这些高新技术的综合和具体体现。它涉及系统集成技术、车体技术、转向架技术、制动技术、牵引传动技术、自动控制技术、网络与信息技术等。北京交通大学作为铁道部高速动车组理论培训基地，从2005年开始编写动车组培训教材并对从事动车组运用的在职技术人员进行培训。目前，在通过对动车组技术消化、吸收和再创新，打造中国品牌高速列车的过程中，铁路行业还迫切需要大量的动车组设计与制造高级人才。然而，国内高等学校在培养上述人才方面，缺少一套系统、完整讲述高速动车组设计与制造技术的系列教材。在铁道部和北京交通大学的大力支持下，以高速动车组理论培训基地教师为主，组织编写了9本适合铁道机车车辆专业本科生使用的动车组系列教材。

本书作为系列教材之一，主要介绍动车组转向架和车体的制造工艺。

本教材共分五章。第一章介绍动车组转向架机械加工，重点突出动车组转向架典型零件的机械加工及典型加工设备；第二章介绍动车组转向架组装，重

点介绍轮对组装、轴箱组装和典型转向架组装；第三章介绍动车组车体零部件的冲压加工，介绍动车组车体零件的冲压工序；第四章介绍动车组车体装配焊接工艺，重点介绍不锈钢和铝合金车体焊接工艺；第五章介绍动车组制造，重点介绍动车组各工艺部件的装配-焊接工艺和车体总装工艺流程等。

本书第一章和第二章由北京交通大学胡准庆编写，第三、四、五章由北京交通大学宋永增编写。宋永增担任主编，北京交通大学张励忠担任主审。

在本书的编写过程中，得到有关工厂的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平所限，时间仓促，疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者提出批评和建议。

编 者

2007年6月于北京

目 录

第一章 动车组转向架机械加工	1
第一节 机械加工工艺规程的制订	1
第二节 夹具设计基础	27
第三节 转向架典型零件加工	47
第四节 转向架典型零件加工设备	67
复习思考题	70
第二章 动车组转向架组装	71
第一节 机械装配基本知识	71
第二节 轮对组装	77
第三节 轴箱组装	89
第四节 典型转向架组装	102
复习思考题	111
第三章 动车组车体零件冲压加工	112
第一节 概 述	112
第二节 冲 裁	116
第三节 弯 曲	137
第四节 拉 深	145
第五节 冷 挤 压	153
第六节 冲压工艺规程的制订	157
复习思考题	165
第四章 动车组车体装配焊接工艺	166
第一节 焊接方法及设备	166
第二节 焊接结构及接头强度计算	183
第三节 车体结构的焊接变形	193

第四节 不锈钢车体焊接.....	205
第五节 铝合金车体焊接.....	208
复习思考题.....	226
第五章 动车组制造	228
第一节 车体结构组成及主要参数.....	228
第二节 底架组焊工艺.....	245
第三节 侧墙组焊工艺.....	248
第四节 车顶组焊工艺.....	249
第五节 端墙组焊工艺.....	250
第六节 总组装过程.....	250
复习思考题.....	252
参考文献	253

第一章

动车组转向架机械加工

第一节 机械加工工艺规程的制订

一、基础知识

(一) 生产过程

生产过程是指把原材料(半成品)转变为成品的全过程。机械产品的生产过程,一般包括:

1. 生产与技术的准备,如工艺设计和专用工艺装备的设计和制造、生产计划的编制、生产资料的准备。
2. 毛坯的制造,如铸造、锻造、冲压等。
3. 零件的加工,如切削加工、热处理、表面处理等。
4. 产品的装配,如总装、部装、调试检验和油漆等。
5. 生产的服务,如原材料、外购件和工具的供应、运输、保管等。

机械产品的生产过程一般比较复杂,目前很多产品往往不是在一个工厂内单独生产,而是由许多专业工厂共同完成的。例如:飞机制造工厂就需要用到许多其他工厂的产品(如发动机、电器设备、仪表等),相互协作共同完成一架飞机的生产。因此,生产过程既可以指整台机器的制造过程,也可以是某一零部件的制造过程。

(二) 工 艺

工艺就是使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程。

工艺技术是人类在劳动中逐渐积累起来并经过总结的操作技术经验,它是应用科学、生产实践及劳动技能的总和。

工艺管理是从系统的观点出发,对产品制造过程的各项工艺技术活动进行规划、组织、协调、控制及监督,以实现安全、优质、高产、低消耗的既定目标。

工艺是科学技术第一生产力的基本要素。只要有生产,就得有工艺。这是因为:

1. 在产品生产的全过程中,都是按照工艺要求进行施工作业的。特别是现代化大工业的生产,工艺的基础作用尤为重要和明显。
2. 工艺是组织、指挥生产的技术依据。依靠工艺工作的基础与纽带作用,使人、机、

料、法、环、测等生产要素有机地结合起来，并有效地开展生产活动。

3. 企业工艺先进性决定了生产的现代化水平。评价工艺的先进性，应该对工艺做技术与经济的全面、综合的评价，而不能单纯地考虑工艺的先进性与装备的自动化程度等。工艺的先进性、适用性体现了企业技术资源的优化配置和合理运用的程度，其评价标准是是否适合企业生产与发展的工艺能力。因此工艺的进步是企业生产现代化的基本和重要内涵。很难设想，一个实行现代化管理的企业却沿用着落后的工艺。

(三) 工艺过程

工艺过程是指在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程。如毛坯的制造，机械加工、热处理、装配等均为工艺过程。在工艺过程中，若用机械加工的方法直接改变生产对象的形状、尺寸和表面质量，使之成为合格零件，称为机械加工工艺过程。同样，将加工好的零件装配成机器，使之达到所要求的装配精度并获得预定技术性能的工艺过程，称为装配工艺过程。

(四) 工艺装备

产品制造过程中所用的各种工具，包括刀具、夹具、模具、量具、检具、辅具、钳工工具和工位工具等称为工艺装备。

(五) 工艺流程

产品和零部件在生产过程中，由毛坯准备到成品包装入库，经过企业各有关部门或工序的先后顺序，称为工艺路线或工艺流程。

(六) 工艺文件

指导工人操作以及用于生产、工艺管理的各种技术文件称为工艺文件。

工艺规程是规定工艺过程、内容及其操作等要求，用以指导实际生产的文件。按照工艺过程性质，可以将工艺规程分为机械加工工艺规程、热处理工艺规程和装配工艺规程等。

(七) 工艺设计

编制各种工艺文件和设计工艺装备等的过程称为工艺设计。

(八) 工艺准备

产品投产前要进行对产品图纸的审查和工艺性分析、拟定工艺方案、编制各种工艺文件、设计制造和调整工艺设备、设计合理的生产组织形式等，这些工作总称为工艺准备。

(九) 工艺参数

为了达到预期的技术指标，工艺过程中所需选用或控制的有关量称为工艺参数。

(十) 基准

基准是用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的那些点、线、面。基准根据功用不同可分为设计基准和工艺基准两大类。

设计基准是指设计图样上采用的基准。

工艺基准是在机械加工工艺过程中用来确定被加工表面加工后尺寸、形状、位置的基准。工艺基准按不同的用途可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

在工序图上用来确定本工序的被加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准，称为工序基准。所标定的被加工表面位置的尺寸，称为工序尺寸。

定位基准是加工中用作定位的基准，它使工件在工序尺寸方向上获得确定的位置。

测量时采用的基准称为测量基准。

装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所用的基准称为装配基准。

(十一) 工件定位

机床、夹具、刀具和工件组成了一个工艺系统。工件被加工表面的相互位置精度是由工艺系统间的正确位置关系来保证的。因此加工前，应首先确定工件在工艺系统中的正确位置，即工件的定位。工件定位的本质，是使工件在工艺系统中占据一个正确位置。即工件被多次重复放置到夹具中时，都能占据同一位置。工艺系统在静态下的误差，会使工件被加工表面的设计基准在工艺系统中的位置发生变化，影响它与其设计基准的相互位置精度。但只要这个变动值在允许的误差范围以内，即可认定工件在工艺系统中已占据了一个正确的位置，即工件已正确定位。

(十二) 机械加工工艺过程

用机械加工的方法直接改变毛坯形状、尺寸和表面质量等，使之变为合格零件的过程，称为机械加工工艺过程。

(十三) 工艺规程

用表格的形式将机械加工工艺过程的内容规定下来，成为生产的指导性技术文件，就是机械加工工艺规程，简称工艺规程。

工艺规程是指挥现场生产的根据，又是组织生产，做好生产技术准备的主要文件；对于新建厂，它是提出生产面积、厂房布局、人员编制、设备购置等各项工作的依据。制定工艺规程时，必须做到技术上先进，经济上合理。

(十四) 计算机辅助工艺设计 (Computer Aided Process Planning, CAPP)

1. 概念

CAPP 是利用计算机技术，辅助工艺人员设计零件从毛坯到成品的制造方法，是将企业产品设计数据转换为产品制造数据的一种技术。它是通过向计算机输入被加工零件的原始数据、加工条件和加工要求，由计算机自动进行编码、编程，直至最后输出经过优化的工艺规程卡片的过程。

2. 作用

CAPP 是利用计算机来进行零件加工工艺过程的制订，把毛坯加工成工程图纸上所要求的零件。CAPP 的应用将提高工艺文件的质量，缩短生产准备周期，并为将广大工艺人员从繁琐、重复的劳动中解放出来提供一条切实可行的途径。

定义：全年中重复制造同一产品。

特点：产量大、品种少，大多数工作是长期重复的进行某个零件的某一道工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承等的制造都属于大量生产。

生产类型的划分除了与生产纲领有关外，还应考虑产品的大小及复杂程度，见表 1-1。各种生产类型工艺过程的主要特点见表 1-2。

表 1-1 各种生产类型的规范

生产类型		零件的年生产纲领 (件/年)		
		重型机械	中型机械	小型机械
单件生产		<5 件	<20 件	<100 件
成批生产	小批生产	5~100 件	20~200 件	100~200 件
	中批生产	100~300 件	200~500 件	500~5 000 件
	大批生产	300~1 000 件	500~5 000 件	5 000~50 000 件
大量生产		>1 000 件	>5 000 件	>50 000 件

表 1-2 各种生产类型工艺过程的主要特点

各种生产类型工艺过程的主要特点			
工艺过程特点	生产类型		
	单件生产	成批生产	大批量生产
工件的互换性	一般是配对制造，没有互换性，广泛用钳工修配	大部分有互换性，少数用钳工修配	全部有互换性。某些精度较高的配合件用分组选择装配法
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工造型；锻件用自由锻。毛坯精度低，加工余量大	部分铸件用金属模；部分锻件用模锻。毛坯精度中等，加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型，锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备	通用机床、数控机床或加工中心	数控机床加工中心或柔性制造单元。设备条件不够时，也采用部分通用机床、部分专用机床	专用生产线、自动生产线、柔性制造生产线或数控机床
夹具	多用标准附件，极少采用夹具，靠划线及试切法达到精度要求	广泛采用夹具或组合夹具，部分靠加工中心一次安装	广泛采用高生产率夹具，靠夹具及调整法达到精度要求
刀具与量具	采用通用刀具和万能量具	可以采用专用刀具及专用量具或三坐标测量机	广泛采用高生产率刀具和量具，或采用统计分析法保证质量
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的工人和编程技术人员	对操作工人的技术要求较低，对生产线维护人员要求有高的素质
工艺规程	有简单的工艺路线卡	有工艺规程，对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺规程

。机械加工工艺过程是指一个或同时几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。区分工序的主要依据，是工作地点（或设备）是否变动和完成的那部分工艺内容是否连续。如图 1-2 所示的零件，孔需要进行钻孔和铰孔，如果一批工件中，每个工件都是在同一台机床上依次地先钻孔，而后铰孔，则钻孔和铰孔就构成一个工序。如果将整批工件都是先进行钻孔，然后整批工件再进行铰孔，这样钻孔和铰孔就分成两个工序了。

二、机械加工工艺过程的组成

（一）组成因素

如图 1-1 所示，机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的，而工序又可分为若干个安装、工位、工步和走刀，毛坯就是依次通过这些工序的加工而变为成品的。



图 1-1 机械加工工艺过程的组成

工序是指一个或一组工人，在一个工作地点对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。区分工序的主要依据，是工作地点（或设备）是否变动和完成的那部分工艺内容是否连续。如图 1-2 所示的零件，孔需要进行钻孔和铰孔，如果一批工件中，每个工件都是在同一台机床上依次地先钻孔，而后铰孔，则钻孔和铰孔就构成一个工序。如果将整批工件都是先进行钻孔，然后整批工件再进行铰孔，这样钻孔和铰孔就分成两个工序了。

工序不仅是组成工艺过程的基本单元，也是制订工时定额、配备工人、安排作业和进行质量检验的依据。

2. 安装与工位

工件在加工前，在机床或夹具上先占据一正确位置（定位），然后再夹紧的过程称为装夹。工件（或装配单元）经一次装夹后所完成的那一部分工艺内容称为安装。在一道工序中可以有多个安装，工件加工中应尽量减少装夹次数，因为多一次装夹就多一次装夹误差，而且增加了辅助时间。因此生产中常用各种回转工作台、回转夹具或移动夹具等，以便

在工件一次装夹后,可使其处于不同的位置加工。为完成一定的工序内容,一次装夹工件后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备固定部分所占据的每一个位置,称为工位。图1-3所示为一种利用回转工作台在一次装夹后顺序完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四个工位加工的实例。

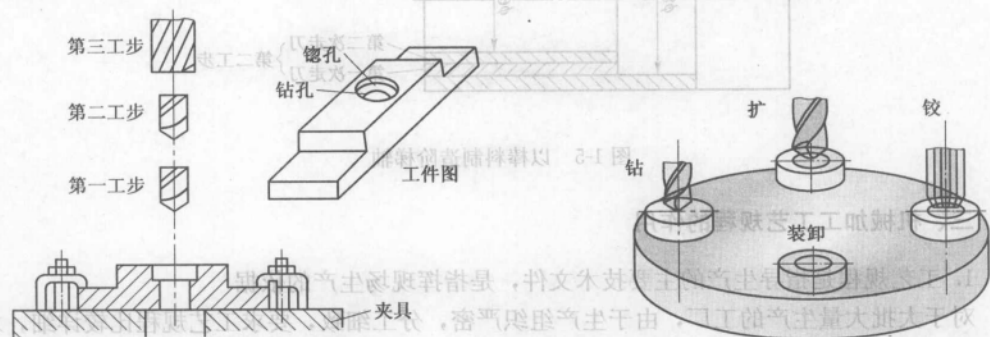


图 1-2 零件图

图 1-3 多工位加工

3. 工步

在加工表面、切削刀具、切削速度和进给量都不变的情况下所完成的那部分工序,称为工步。工步是构成工序的基本单元。

为了提高生产率,常常用几把刀具同时加工几个表面,这样的工步称为复合工步,如图1-4所示。

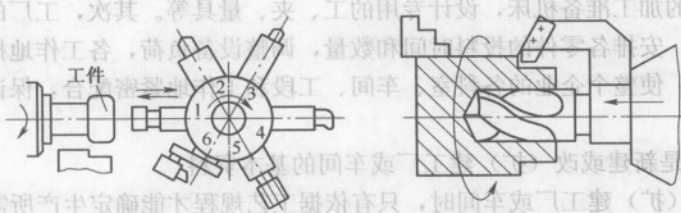


图 1-4 复合工步

4. 走刀

走刀(又称工作行程)是指刀具相对工件加工表面进行一次切削所完成的那部分工作。每个工步可包括一次走刀或几次走刀。如图1-5所示,通过两次走刀,将 $\phi 85$ 轴加工成 $\phi 65$ 的轴,最后形成阶梯轴的过程。

通过两次走刀,将 $\phi 85$ 轴加工成 $\phi 65$ 的轴,最后形成阶梯轴的过程。

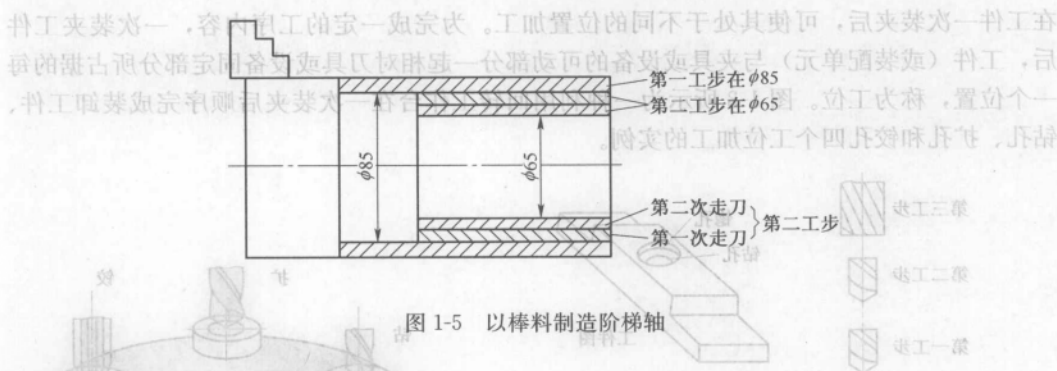


图 1-5 以棒料制造阶梯轴

三、机械加工工艺规程的作用

1. 工艺规程是指导生产的主要技术文件，是指挥现场生产的依据

对于大批大量生产的工厂，由于生产组织严密，分工细致，要求工艺规程比较详细，才能便于组织和指挥生产。对于单件小批生产的工厂，工艺规程可以简单些。但无论生产规模大小，都必须有工艺规程，否则生产调度、技术准备、关键技术研究、器材配置等都无法安排，生产将陷入混乱。同时，工艺规程也是处理生产问题的依据，如产品质量问题，可按工艺规程来明确各生产单位的责任。按照工艺规程进行生产，便于保证产品质量、获得较高的生产效率和经济效益。

2. 工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据

首先，有了工艺规程，在新产品投入生产之前，就可以进行有关生产前的技术准备工作。例如为零件的加工准备机床，设计专用的工、夹、量具等。其次，工厂的设计和调度部门根据工艺规程，安排各零件的投料时间和数量，调整设备负荷，各工作地按工时定额有节奏地进行生产等，使整个企业的各科室、车间、工段和工作地紧密配合，保证均衡地完成生产计划。

3. 工艺规程是新建或改（扩）建工厂或车间的基本资料

在新建或改（扩）建工厂或车间时，只有依据工艺规程才能确定生产所需要的机床和其他设备的种类、数量和规格，车间的面积，机床的布局，生产工人的工种、技术等级及数量，辅助部门的安排。

但是，工艺规程并不是固定不变的，它是生产工人和技术人员在生产过程中的实践的总结，它可以根据生产实际情况进行修改，使其不断改进和完善，但必须有严格的审批手续。

四、机械加工工艺规程制订的原则

工艺规程制订的原则是优质、高产、低成本，即在保证产品质量的前提下争取最好的经济效益。在制订工艺规程时应注意下列问题：

2. 经济上的合理性

3. 有良好的劳动条件					双峰产品	
-------------	--	--	--	--	------	--

表 1-3 机械加工工艺过程卡片

手工刻图书, 图案手工出画要生熟来, 并文艺工陆陆和量性一陆书集人工号部有具来用

更改内容 禁工, 量用, 附时, 友式, 禁安, 附料, 工, 来要, 更, 翻, 脉, 味, 更, 翻, 工, 另, 附, 隆, 为, 直, 又, 面, 秀, 工, 眠, 附

示图 2-1 表时, 空